

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2002-352429

(43)Date of publication of application : 06.12.2002

(51)Int.Cl.

G11B 7/0045

B41M 5/26

G11B 7/125

G11B 7/24

(21)Application number : 2002-095101

(71)Applicant : TDK CORP

(22)Date of filing : 29.03.2002

(72)Inventor : OTSUKI SHIRO  
DOI TAKASHI  
TSUKAMOTO SHUJI  
ARIOKA HIROYUKI

(30)Priority

Priority number : 2001 279745

Priority date : 30.03.2001

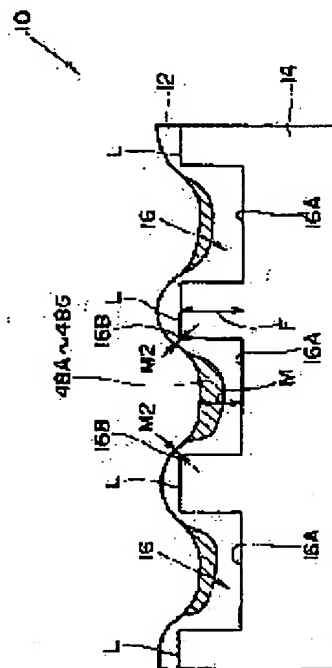
Priority country : US

## (54) OPTICAL RECORDING MEDIUM

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain an optical recording medium which can realize a multi-level recording with five or more levels, in which an error rate is decreased.

SOLUTION: In the optical disk 10, a recording layer 12 covering at least a groove 16 in a light transmitting substrate 14 is formed, and recording marks 48A-48G can be formed at least on the recording layer 12 by the irradiation of a laser beam. In the recording layer 12, imaginary recording cells, which make an optional unit length in the laser irradiation advancing direction for the groove 16 and an optional unit width in the direction perpendicular to this, are consecutively prescribed. The minimum thickness M of the recording layer 12 with reference to the bottom surface 16A of the groove 16 is set smaller than the depth F of the groove 16. It is made that information can be recorded with the multi-level recording by the irradiation of the laser beam, in which five or more levels for at least one of the irradiation time and the irradiation power are set.



## LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 05.04.2002

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 28.02.2006

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or

application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision  
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's  
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号  
特開2002-352429  
(P2002-352429A)

(43)公開日 平成14年12月6日(2002.12.6)

(51)Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テームコード(参考)
G 1 1 B 7/0045		G 1 1 B 7/0045	A 2 H 1 1 1
B 4 1 M 5/26		7/125	C 5 D 0 2 9
G 1 1 B 7/125		7/24	5 0 1 Z 5 D 0 9 0
7/24	5 0 1		5 1 6 5 D 1 1 9
	5 1 6		5 2 2 A

審査請求 有 請求項の数 6 O L (全 12 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2002-95101(P2002-95101)  
(22)出願日 平成14年3月29日(2002.3.29)  
(31)優先権主張番号 60/279745  
(32)優先日 平成13年3月30日(2001.3.30)  
(33)優先権主張国 米国 (U S)

(71)出願人 000003067  
ティーディーケイ株式会社  
東京都中央区日本橋1丁目13番1号  
(72)発明者 大槻 史朗  
東京都中央区日本橋一丁目13番1号 ティーディーケイ株式会社内  
(72)発明者 洞井 高志  
東京都中央区日本橋一丁目13番1号 ティーディーケイ株式会社内  
(74)代理人 100076129  
弁理士 松山 圭佑 (外2名)

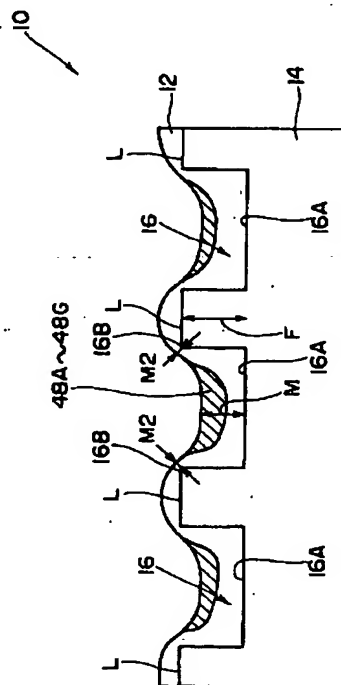
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光記録媒体

(57)【要約】

【課題】 エラー率を低減させた上で5段階以上のマルチレベル記録を実現可能な光記録媒体を得る。

【解決手段】 光透過性基板14における少なくともグループ16を覆って記録層12が形成され、レーザービームの照射によって少なくとも記録層12に記録マーク48A~48Gが形成され得る光記録媒体10であって、記録層12において、グループ16に対するレーザー照射進行方向の任意の単位長さ及びこれと直交する方向の任意の単位幅となる仮想記録セルが連続的に規定されると共に、グループ16の底面16Aを基準とした記録層12の最小膜厚Mが、グループ16の深さFよりも小さく設定され、照射時間又は照射パワーの少なくとも一方を5段階以上に設定してレーザービームが照射されることで情報をマルチレベル記録可能とされている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】所定のグループを有する光透過性基板における、少なくとも前記グループを覆って記録層が形成され、レーザービームの照射によって少なくとも前記記録層に記録マークが形成されて情報が記録され得る光記録媒体であって、

前記記録層において、前記グループへの記録再生のためのレーザー照射進行方向の任意の単位長さ及びこれと直交する方向の任意の単位幅となる仮想記録セルが該進行方向に沿って連続的に規定されると共に、

前記グループの底面を基準とした前記記録層の最小膜厚が、前記光透過性基板における前記グループの深さよりも小さく設定され、

照射時間又は照射パワーの少なくとも一方を 5 段階以上に設定して前記レーザービームが照射されることで前記仮想記録セルに 5 種類以上の大きさの異なる記録マークが形成可能とされて、該仮想記録セルに対する前記記録マークの面積比に基づいて該仮想記録セル全体の光反射率を変調して情報をマルチレベル記録可能とされたことを特徴とする光記録媒体。

【請求項 2】請求項 1 において、

前記グループの底面を基準とした前記記録層の最小膜厚  $M$  が、前記光透過性基板における前記グループの深さ  $F$  に対して  $0.2 \times F < M < 1.0 \times F$  となるように設定されることを特徴とする光記録媒体。

【請求項 3】請求項 1 又は 2 において、

前記グループの底面を基準とした前記記録層の最小膜厚  $M$  が、前記光透過性基板における前記グループの深さ  $F$  に対して  $0.3 \times F < M < 0.8 \times F$  となるように設定されることを特徴とする光記録媒体。

【請求項 4】請求項 1、2 又は 3 において、

前記グループの底面を基準とした前記記録層の最小膜厚  $M$  が、前記光透過性基板における前記グループの深さ  $F$  に対して  $0.4 \times F < M < 0.6 \times F$  となるように設定されることを特徴とする光記録媒体。

【請求項 5】請求項 1 乃至 4 のいずれかにおいて、前記記録層が有機色素を含んで構成されていることを特徴とする光記録媒体。

【請求項 6】請求項 5 において、

前記記録層に含まれる前記有機色素がシアニン色素を含んで構成されていることを特徴とする光記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、記録に供するデータに応じて、記録層に複数種類の記録マークが形成されて情報がマルチレベル記録される光記録媒体に関する。

【0002】

【従来の技術】従来の光記録媒体のような、再生信号の長さ（反射信号変調部の長さ）を多段階に変えることによってデータを記録する方法に対して、再生信号の深さ

（反射信号の変調度）を多段階に切り替えることにより、同じ長さの各信号に複数のデータを記録する方法に関する研究が数多くなされている。

【0003】この光記録方法によれば、単にピットの有無による 2 値のデータを記録した場合と比較して、深さ方向に複数のデータを記録できるため、一定の長さに割り当てられる信号の量を増やすことができ、従って、線記録密度を向上させることが可能となる。現在、その記録媒体として、ホログラフを利用したものや記録層を多層としたものが提案されている。

【0004】なお、ここでは反射信号の変調度が互いに異なる複数種類の記録データを記録することをマルチレベル記録と呼ぶ。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】一方、これらのマルチレベル記録に関する光記録方法は、記録時のレーザービームのパワーが大きくなるにつれ、即ち形成する反射信号の深さが深くなるに従い、再生時の信号品質が劣化するという問題があった。

【0006】又、従来の手法を利用して記録媒体の記録情報量の高密度化のために記録マークを短くしてマルチレベル記録した場合には、その信号品質の劣化が顕著になった。つまり、マルチレベル記録を採用しようとすれば記録マークの高密度化が困難になり、相容れない状況に陥るという問題点を有していた。

【0007】一般に集光ビームの直径は、 $K\lambda/NA$

（ $K$ ：定数、 $\lambda$ ：レーザー波長、 $NA$ ：レンズの開口数）であらわされる。CD で利用されるピックアップでは、 $\lambda = 780\text{nm}$ 、 $NA = 0.45$  が一般的であり集光ビームの直径は約  $1.6\mu\text{m}$  となる。この場合、記録マーク長が  $1.6\mu\text{m}$  近傍になると上記の信号劣化の問題が顕在化し、5 段階以上のマルチレベル記録は困難であった。本発明者の詳細な検討によると、従来は、記録マーク長が、記録時の集光ビーム（ビームウエスト）の直径よりも大きいものを前提とし、記録マーク自体の光反射率を多段階に変調させ、その反射率を直接読み取ることでマルチレベル記録を実現しようとしたことがその原因の一つであると推察された。

【0008】しかしながら、その解決手法は現在明らかにされておらず、高密度のマルチレベル記録が、それに適用される光記録媒体を含めて達成されていないのが実情である。

【0009】本発明は、上記の問題に鑑みてなされたものであり、新たなマルチレベル記録用の光記録媒体を提案し、高密度のマルチレベル記録を達成することを目的としている。

【0010】

【課題を解決するための手段】本発明者は、光記録媒体について鋭意研究を重ね、これに多段階記録する記録方法を見だし、この記録方法によって、光記録媒体に、

5段階以上の高密度のマルチレベル記録を行うことが可能であることを確認した。

【0011】即ち、以下の本発明により上記目的が達成可能となる。

【0012】(1) 所定のグループを有する光透過性基板における、少なくとも前記グループを覆って記録層が形成され、レーザービームの照射によって少なくとも前記記録層に記録マークが形成されて情報が記録され得る光記録媒体であって、前記記録層において、前記グループへの記録再生のためのレーザー照射進行方向の任意の単位長さ及びこれと直交する方向の任意の単位幅となる仮想記録セルが該進行方向に沿って連続的に規定されると共に、前記グループの底面を基準とした前記記録層の最小膜厚が、前記光透過性基板における前記グループの深さよりも小さく設定され、照射時間又は照射パワーの少なくとも一方を5段階以上に設定して前記レーザービームが照射されることで前記仮想記録セルに5種類以上の大きさの異なる記録マークが形成可能とされて、該仮想記録セルに対する前記記録マークの面積比に基づいて該仮想記録セル全体の光反射率を変調して情報をマルチレベル記録可能とされたことを特徴とする光記録媒体。

【0013】(2) 上記(1)において、前記グループの底面を基準とした前記記録層の最小膜厚Mが、前記光透過性基板における前記グループの深さFに対して $0.2 \times F < M < 1.0 \times F$ となるように設定されることを特徴とする光記録媒体。

【0014】(3) 上記(1)又は(2)において、前記グループの底面を基準とした前記記録層の最小膜厚Mが、前記光透過性基板における前記グループの深さFに対して $0.3 \times F < M < 0.8 \times F$ となるように設定されることを特徴とする光記録媒体。

【0015】(4) 上記(1)、(2)又は(3)において、前記グループの底面を基準とした前記記録層の最小膜厚Mが、前記光透過性基板における前記グループの深さFに対して $0.4 \times F < M < 0.6 \times F$ となるように設定されることを特徴とする光記録媒体。

【0016】(5) 上記(1)乃至(4)のいずれかにおいて、前記記録層が有機色素を含んで構成されていることを特徴とする光記録媒体。

【0017】(6) 上記(5)において、前記記録層に含まれる前記有機色素がシアニン色素を含んで構成されていることを特徴とする光記録媒体。

【0018】本発明者は、仮想記録セルに対する記録マークの占有比率という新たな変調手法によって、マルチレベル記録を行うことが可能であることを発見した。この結果、飛躍的に記録密度を高めることが出来る。

【0019】しかし、単に照射時間又は照射パワーを変調させることによって記録マークを形成するのみでは、その記録マークを確実に読み取ることが出来ない場合があることが判明した。

【0020】その理由の1つとして、仮想記録セルにおいて高精度で多段階の光反射率を設定しなければならないマルチレベル記録は、特に光記録媒体の構造の影響を受けやすいことが考えられた。従って、マルチレベル記録に適用される光記録媒体の構造も、従来の2値記録に適用されていた光記録媒体と異なる形状・構造を採用する方が望ましい結果が得られる可能性があることに着目した。

【0021】2値記録では読み取りの際の光反射率の「差」が2値の間で大きいほど、更には2値の境目(マークエッジ)が明瞭であるほど望ましく、それらを実現するためにグループの深さに対して記録膜の膜厚を大きく設定していた(例えばグループ深さの120%~150%)。このようにすると、グループ側の記録層とランド側の記録層がある程度連続するようになり、所定の照射パワーでグループ相当領域にレーザービームを照射すれば、ランド側に向かって即座に記録マークを拡大させる(肥大させる)ことが出来る。結果として、光反射率の絶対変化量を大きく、且つマークエッジを明確にすることができた。

【0022】しかし、仮想記録セルに対する記録マークの占有率を変調して、多段階の光反射率を得ようとする本発明のマルチレベル記録手法の場合、各仮想記録セルの光反射率を各レベルの許容範囲内に納めることが要求される。つまり、2値記録のように記録マークを自由に肥大させることは、反対に、各仮想記録セルの光反射率制御を困難にさせてしまう。

【0023】以上の推察を踏まえて、本発明では、グループ深さよりも、該グループの底面を基準とした記録層の最小膜厚が小さくなるように設定している。その結果、グループに対して記録層が凹むことで、グループとランドの境に形成されるエッジ部分の記録層の膜厚を薄く(零の場合を含む)することが可能になり、グループ領域に形成される記録マークがランド側に肥大することや、ランド側に形成される記録マークがグループ側に肥大することを抑制することができる。

【0024】その結果、仮想記録セルに対する記録マークの幅方向の不必要な肥大を抑制して、仮想記録セルに対する記録マークの占有率を高精度で設定できるようになり、実際に5段階以上のマルチレベル記録が達成されている。

【0025】なお、上記本発明は次のような構成を付加してもよい。

【0026】前記仮想記録セルは前記グループ相当領域に設定され、且つ、前記単位幅は前記グループの幅に略等しくされたことを特徴とする光記録媒体。

【0027】前記仮想記録セルに、マルチレベル記録媒体であることを示す特定情報が記録されていることを特徴とする光記録媒体。

【0028】前記グループが一部で途切れていることを

特徴とする光記録媒体。

【0029】

【発明の実施の形態】以下本発明の実施の形態の例を図面を参照して詳細に説明する。

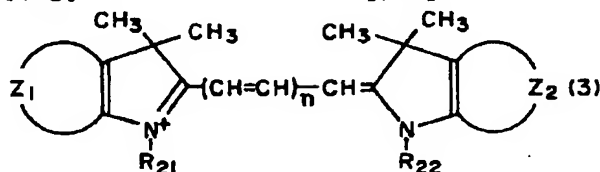
【0030】本発明の実施の形態の例に係る光記録媒体（ディスク）10は、記録層12に色素材料を用いたCD-Rであり、例えば透明基材からなる基板14と、この基板14の一方の面（図1において上面）に形成されたレーザービームガイド用のグループ16を覆って塗布された色素からなる前記記録層12と、この記録層12の上側にスパッタリング等によって形成された金あるいは銀等の反射膜18と、この反射膜18の外側を覆う保護層20とを含んで形成されている。

【0031】基板14には、例えばガラス、ポリメチルメタクリレート等のアクリル樹脂、ポリ塩化ビニルや塩化ビニル共重合体等の塩化ビニル系樹脂、エポキシ樹脂、ポリカーボネート樹脂、ポリオレフィン樹脂、又はポリエステル樹脂等の各種材料から形成される。

【0032】ここで、前記記録層12に用いる色素は、シアニン系色素及びその誘導体、ベンゼンチオール金属錯体、アゾ色素から採用している。これらのうち下記「化1」で表されるシアニン系色素を主に用いる事が好ましく、一例として下記「化2」、「化3」、「化4」などがあげられる。

【0033】

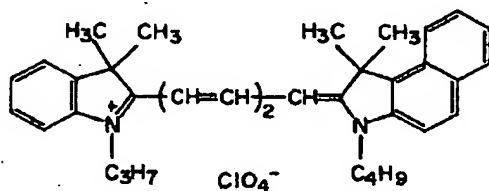
【化1】



(式中、Z、およびZ<sub>2</sub>は、それぞれ縮合ベンゼン環または縮合ナフタレン環を表し、R<sub>21</sub>およびR<sub>22</sub>は、それぞれアルキル基を表す。nは0、1または2である。)

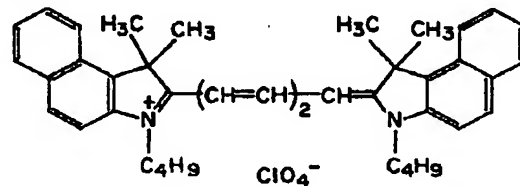
【0034】

【化2】



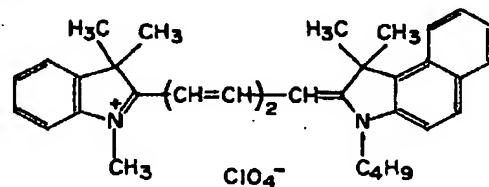
【0036】

【化4】



【0035】

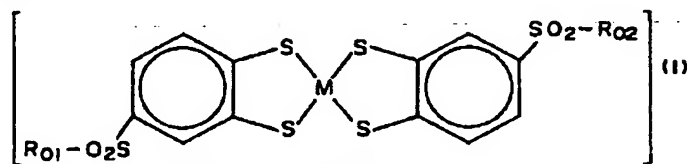
【化3】



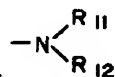
【0037】また、このシアニン色素の対イオンとして下記一般式【化5】で表される置換ベンゼンチオール金属錯体アニオンを用いると更に好ましい。

【0038】

【化5】



(式中、R<sub>01</sub>およびR<sub>02</sub>は、それぞれ

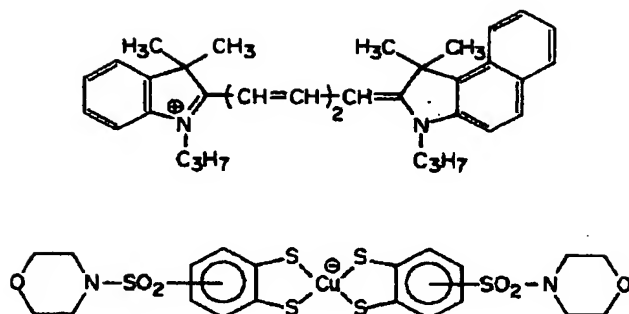


(R<sub>11</sub>およびR<sub>12</sub>は、それぞれ炭素数1~4のアルキル基またはフェニル基を表す)

【0039】具体的には例えば下記「化6」を採用する。

【0040】

【化6】



【0041】これらのペンタメチンシアニン色素は、いずれも薄膜形成状態で680nm付近の極大吸収波長を有するものであり、波長が770～800nm近辺となるレーザービームによって記録マークが形成される際に望ましい特性が得られる。

【0042】なお、上記記録層12においては、有機色素の他に該色素の安定化、酸化防止等の為に一重項酸素クエンチャーを含有してもよく、その含有率は有機色素全体に対して約5～50重量%濃度となっている。

【0043】当該記録層12は従来と同様にスピコート法によって形成することが可能である。スピコートによって記録層を形成するための塗布液に用いる有機溶媒としては、アルコール系、フッ素系が好ましい。

【0044】グループ深さに対する色素厚みを、本発明のように制御するには、スピコートの種々条件を制御する。例えば、通常のCD-Rを製造する条件に対して、上記溶媒に色素を溶解する濃度を低くして設定し、その溶液を塗布することにより達成可能である。更にはスピコート条件において、塗布時の回転数を大きく設定しても可能であり、色素溶液塗布時の環境を制御することでも実現できる。例えば環境温度を低めに設定したり、環境湿度を高めに設定することなどでも可能である。

【0045】図2に拡大して示されるように、グループ16の底面16Aを基準とした記録層12の最小膜厚Mは、基板14における(記録層12を含まない)グループ16の深さFに対して $0.2 \times F < M < 1.0 \times F$ の範囲内に設定される。つまり、グループ16に対して記録層12(の少なくとも一部が)凹んでいる状態である。本光記録媒体10では、グループ16の深さが200(nm)に設定されているので、最小膜厚Mは $40 < M < 200$ (nm)の範囲内に設定される。

【0046】望ましくは最小膜厚Mが $0.3 \times F < M < 0.8 \times F$ (本実施形態では $60 < M < 160$ (nm))となるように設定する。更に好ましくは最小膜厚Mが $0.4 \times F < M < 0.6 \times F$ (本実施形態では $80 < M < 120$ (nm))となるように設定する。このようにすると、特に8～20倍速で情報をマルチレベル記録する際に適した光記録媒体10を得ることが出来る。

【0047】前記光記録媒体10へのマルチレベル記録

は、図3に示される光記録装置30によって実行される。

【0048】この光記録装置30はCD-R/RWレコーダであり、スピンドルサーボ31を介してスピンドルモータ32により光記録媒体(ディスク)10を線速度一定の条件で回転駆動させ、レーザー36からのレーザービームによって光記録媒体(ディスク)10に情報を記録するものである。

【0049】レーザードライバ38は、記録すべき情報に応じて、図1に示される仮想記録セル(詳細後述)40の一つ当りのレーザービームの照射時間、例えば前記レーザー36に入力するレーザーパルス数を制御するようになっている。

【0050】図3の符号42は、対物レンズ42A及びハーフミラー42Bを含む照射光学系である。対物レンズ42Aはレーザービームがディスク10の記録層12に集光するようにフォーカストラッキングサーボ44により制御される。又、対物レンズ42Aとハーフミラー42Bとは、送りサーボ46によって、ディスク10の回転に同期してその内周側から外周側に所定速度で移動制御される。

【0051】前記スピンドルサーボ31、フォーカストラッキングサーボ44、送りサーボ46は、制御装置50により制御される。記録層12に記録すべきデータ(情報)はこの制御装置50に入力される。

【0052】図4に具体的に示されるように、レーザードライバ38は、セル時間設定部60、記録照射時間設定部62、及び、配分処理部64を備える。

【0053】セル時間設定部60は、所定のセル時間Tを連続的に規定する(T1、T2、T3、T4、T5、T6、...)。この結果、例えばレーザー36に対する光記録媒体10の移動速度(線速度)をvとした場合、この光記録媒体10上に長さHが「 $v \times T$ 」となる仮想記録セル40が連続的に規定される。

【0054】記録照射時間設定部62は、上記セル時間T以内において5段階以上(ここではtA～tGの7段階)の照射時間tA、…、tGを規定する。この場合、照射時間tA、…、tGをメモリに予め記録しておき、それを読み出すことで規定しても良く、又光記録媒体10に書き込まれている記録照射時間情報を読み取ること

で規定するようにしても良い。

【0055】配分処理部64は、制御装置50に格納されている原情報を変調して、マルチレベル記録用のビット系列を設定して各セル時間Tに割り当てる。このマルチレベル用のビット系列とは、ここでは7段階(A、B、C、D、E、F、G)の記録マークが存在するので、例えば{B、E、D、C、G、G、・・・}等となる。この各数値は、各記録セル40に形成する記録マークのレベルを意味している。従って、上記ビット系列の各レベルに対応するようにして、上記照射時間tA～tGが各セル時間T1、T2・・・に割り当てられる。

【0056】光記録媒体10には図1に示されるように、前記グループ16内において、ディスク34の円周方向S(つまりグループ16の進行方向)に連続的に仮想記録セル40が規定される。各仮想記録セル40の円周方向Sの単位長さは $H(=v \times T)$ であり、ビーム径(ビームウエストの直径)Dより短い長さに設定される(図5参照)。

【0057】仮想記録セル40における、上記単位長さH( $=v \times T$ )と直交する方向である単位幅は上記グループ16の幅Wとほぼ一致させている。

【0058】なお、ここでは上記レーザー36におけるレーザービームの波長を $\lambda$ 、照射光学系42における対物レンズ42Aの開口数をNAとした場合に、前記グループ16の幅Wが、 $0.20 \times (\lambda/NA) < W < 0.50 \times (\lambda/NA)$ となるように設定されている。例えば、本実施形態においては $\lambda=785$ (nm)、 $NA=0.5$ であるので、グループ幅Wは $0.314 < W < 0.785$ ( $\mu m$ )の範囲内に設定される。

【0059】更に、好ましいグループ深さFの範囲は、 $70 \sim 300$ nmであり、好ましくは $100 \sim 250$ nm程度である。ここで言うグループ深さとは、グループの最も深い場所とランドの最も高い場所での垂直方向の高さ差(深さ)である。更に、特に断りがない限り、この深さのほぼ半分の深さ部分でのグループの幅のことを一般に半値幅といい、本発明ではこの半値幅をグループ幅として採用している。

【0060】以上のようにして、用意された光記録媒体10における各仮想記録セル40毎にレーザービームを照射して、模式的に例示された記録マーク48A～48Gを、記録すべき情報に応じて形成する。

【0061】具体的には以下のステップを含むようにして記録マーク48A～48Gを形成する。

【0062】実情報を光記録媒体10に記録する際には、セル時間Tを設定することで既に述べたように仮想記録セル40を連続的に規定し、この仮想記録セル40に対するレーザービームの照射時間tA～tGを設定する。

【0063】その結果、図6のタイムチャートに示されるように、原情報を変調して得られたビット列{B、

E、D、C、G、G、・・・}に対応して各セル時間T1、T2、T3・・・に照射時間{tB、tE、tD、tC、tG、tG、・・・}が割り当てられる。なおここでは各セル時間Tの先頭から照射時間tを設定する場合(つまり先端基準)を示しているが、各セル時間Tの中央に照射時間を設定する場合(中間基準)や、各セル時間Tの後ろ側を基準として照射時間を設定する場合(後端基準)もあり得る。

【0064】このタイムチャートに従って、照射時間tにおいてレーザービームを照射して実際に記録マーク48A～48Gを形成すれば、各仮想記録セル40を望み通りの光反射率に設定することが出来る。

【0065】なお、この記録マーク48A～48Gはレーザービームのビームスポットの全体ではなく中心部に形成される(レーザービームは円形であるが、ディスク10を回転させながらレーザービームを照射するので、記録マークは照射時間の長さに応じて長円形となる)。

【0066】何故なら、フォーカシングされたレーザービームは、一般にガウシアン分布をなすが、記録層12においては、レーザービームの照射エネルギーがある閾値を超えた部分のみで記録が行われるので、中心から順に外側に広がるようにして記録マーク48A～48Gが形成されるからである。これにより、例えば図5に示されるように、仮想記録セル40に対して占有率の異なる7段階の記録マーク48A～48Gが形成可能となる。

【0067】この場合、記録マーク48A～48Gの各大きさは、仮想記録セル40に読み出しレーザービームを照射した時の反射光の光反射率が7段階になるように設定する。前記光反射率は、記録マークが小さいほど大きくなり、記録マークが形成されていない仮想記録セルでは最大反射率、最大の記録マーク48Gが形成されている仮想記録セルでは最小反射率となる。更に詳細には、前記光反射率は、各記録マーク48A～48Gの光透過率をも含めて、仮想記録セル40に対する占有率で決定されと考えられる。

【0068】なお、記録マーク48A～48G自体の光透過率は、記録層12を構成する材料がレーザービームの照射によって分解変質し、その屈折率が変化する場合や、記録層12の厚さ方向の変化量によって異なる。形成された記録マーク部分の光透過率がゼロであれば、これを考慮しなくてもよく、上記占有率のみに従う。

【0069】上記実施形態の光記録媒体10によれば、照射時間を制御することで5段階以上のマルチレベル記録が達成可能となっている。

【0070】本実施形態に係る光記録媒体10の作用について説明する。

【0071】図14には、従来の光記録媒体Kの構造が模式的に示されている。従来は、グループ深さFよりも記録層Rの厚みMが上回っていた(120%～150%)。従って、グループからランドにかけて記録層Rが



十分な膜厚で連続しており、グループ幅Wを越えた記録マークCを容易に形成できるようになっていた。これは、読み取りの際の光反射率「差」を2値間で大きく設定するためである。

【0072】しかし、本実施形態の光記録媒体10は、既に図2に示したように、グループ16の深さFよりも記録層12の最小膜厚Mが小さく設定されていることから、グループ16とランドの境に形成されるエッジ（角部）16B近傍の膜厚M1を薄く（零の場合を含む）することができる。この結果、記録層12におけるグループ16に相当する領域に形成される記録マーク48A～48Gが、ランドL側に肥大することが抑制されている。ここでは図示を省略するが、ランドL側にレーザービームを照射して記録マークを形成する場合においても、該記録マークがグループ16側に肥大することを抑制することができる。

【0073】その結果、仮想記録セル40に対する記録マーク48A～48Gの幅方向の不必要な肥大が防止されるので、仮想記録セルに対する記録マークの占有率（つまり、読み取り時の光反射率）を高精度で設定できるようになる。

【0074】ここで言う不必要な肥大とは根本的に2値記録の場合とは異なる。

【0075】2値記録でのグループ幅方向の肥大は、適用される全てのマークで発生するために、各マーク同士での肥大にはほとんど差が生じなかった。

【0076】しかし本発明のマルチレベル記録の場合は、仮想記録セル40に対する占有率が小さい（即ちセル全体の相対反射率が高い）マークと比較して、占有率が大きいマークになるほどグループ幅方向への肥大が問題となる。要するに上記占有率が小さい記録マークの場合は、仮想記録セル40あるいはグループ16に対して従来の色素厚み状態であったとしても肥大することによるはみ出し率は小さいが、占有率が大きいマークの場合は、従来の色素膜厚のままだと、仮想記録セル40あるいはグループ16に対して幅方向に不必要に肥大することとなり、信号劣化につながる。即ち、マルチレベルでの記録マークの肥大は、各信号間でのばらつきの増加を引き起こすことにつながる。

【0077】この観点から、記録層の状態に合わせてグループ幅側を設定することも考えられるが、グループ幅はトラッキング信号などの他の各種信号への影響から所定の制約があるため、ある程度決まったグループ幅で良好な記録再生を行うには、色素膜厚側を積極的に制御する方が好ましい。

【0078】特に、本実施形態のように、記録層12の最小膜厚Mをグループ深さFに対して、 $0.4 \times F < M < 0.6 \times F$ に設定すると、10倍速以上の高速書込み（好ましくは12倍速以上）の際に優れた記録特性を発揮出来、実際にそのことが本発明者によって確認されて

いる。

【0079】又、以上のようにして光反射率の誤差（ずれ）が抑制されると、レベル段階幅を小さくして総合レベル数（ここではA～Gの7段）を増加させることが出来、光記録媒体10の記録密度をより高めることが出来るようになる。

【0080】又、本実施の形態の例では図5に示したように、読み取りレーザーの集光ビームの直径D以下の長さ或いは幅の記録マーク（ここでは総ての記録マーク48A～48G）を形成したとしても十分にデータ読み取りが可能となっていることから、従来と比較して飛躍的に単位面積当たりの記録密度が高められている。

【0081】なお、上記実施形態では記録層12として「化2」、「化4」等のシアニン系色素を含む場合を示したが本発明はそれに限定されない。例えば、「化2」と「化4」のペンタメチンシアニン色素を混合させたものを用いても好ましい結果が得られる。

【0082】又、本実施の形態の例では、主として光記録媒体10における記録層12が主としてペンタメチンシアニン色素で構成されてCD-Rとして機能する場合について説明したが、他のシアニン色素を用いても良い。

【0083】図7に、本発明者によってなされた解析結果を示す。具体的にはグループ深さに対する色素厚みを異ならせた光記録媒体を用意して、各光記録媒体に対してマルチレベル記録を実施し、記録信号と再生信号を比較した時のエラー値を独自の計算方法によって導き解析した。

【0084】エラー値は記録再生信号をデジタルオシロスコープで測定し、その信号をコンピューターによって処理することにより、記録した信号と再生した信号との差異を求めたものであり、独自の判断基準を設けた。

【0085】この結果からも明らかなように、グループ深さに対する色素厚みの割合が0.2以下になると信号読み取りエラー率が増大した。これは色素の厚みが薄すぎることにより、多段階のマルチレベル信号にばらつきが生じて判別できなくなっているのではないかと考えられる。

【0086】逆に、グループ深さに対する色素厚みの割合が1.0以上になると、同様にエラー率が増大しているが、これは、低反射率レベルのマーク（大きい記録マーク）が形成される仮想記録セル同士での反射率ばらつきが大きくなり、総合的なエラー値の増大につながったものと考えられる。

【0087】なお、本実施の形態の例では総ての記録マークを集光ビームの直径D以下にする場合を示したが、本発明はそれに限定されず、記録マークの一部だけが直径D以下となる場合等も含んでいる。

【0088】又、上記光記録装置30では、レーザードライバ38を用いてレーザービームの照射時間を制御す

る場合を示したが、それ以外にも照射パワーを制御して異なる大きさの記録マークを形成しても良い。本発明は結果的にレーザービームの照射が制御できれば十分であり、例えばビーム光の透過具合を変調可能なシャッターを用いてレーザービームの照射時間又は照射パワーを制御してもよい。

【0089】更に又、上記光記録装置30によって記録マークを形成する際に記録層12上に設定される仮想記録セル40のサイズは、実施の形態の例に限定されるものではない。ここでは仮想記録セル40の幅をグループ幅Wにほぼ一致させた場合を示したが、例えば、レーザービームのビームウエスト径を更に小さく絞ることができれば、グループ16の幅W以下でも構わない。長さHについても同様である。その一方で、8段階等の更なる多段階に記録マークを記録する場合には、仮想記録セル40の大きさをレーザービームウエスト以上に設定しても構わない。その場合、ある一部の記録マークは、ビームウエスト以上の大きさにすることができる。

【0090】又、前記レーザービームは、記録層12の位置で円形とされているが、これは、図8に示されるように、例えば対物レンズ42Aにビーム整形プリズム42Cや、アパーチャを加えることによって、ビーム形状が、記録媒体10の送り方向に短く、これと直交方向に長い長円形状あるいは線状となるようにしてもよい。この場合は、記録マーク49が短くなるので仮想記録セルを更に短くすることができる。即ち記録密度を向上させることができる。

【0091】更に、この光記録媒体10では、図1において符号52で示されるように、あらかじめ、信号変調の段数に合わせた数の反射率の異なる複数のビットを有するようにしてもよく、又は当該光記録媒体の一部分にあらかじめ本発明の光記録方法によるマルチレベル記録を行ってもよい。これらの複数のビット52及び／又はマルチレベル記録済み部分の記録マーク54には、当該記録媒体を個別に識別する情報、マルチレベル記録用光記録媒体であることを識別する情報、当該記録媒体を記録再生するためのレーザービームの照射時間を決定するための情報、グループの幅Wに関する情報、記録層の厚さに関連する情報、書き込み速度に関する情報等の特定情報を記録しておいてもよい。その特定情報は、当該光記録媒体の再生及び／又は記録時に読み込むことによって、マルチレベル記録用光記録媒体であることを確実に識別したり、さらにそれらを個別に識別したりすることができ、より確実なマルチレベル記録・再生を行うことができる。

【0092】通常、CD-R/RWやDVD-R/RW用の媒体は、記録グループを蛇行（ウォブル）させることで信号を入れてある。この信号はアドレス信号と呼ばれ、記録装置はこの信号を読むことで記録ヘッドを決められた位置へ移動することが可能になる。

【0093】例えばCD-R/RWの場合、このアドレス信号には、位置を時間に置き換えた分・秒のタイムコードが記録されている。記録装置は、このタイムコードを読み取って、ヘッドをリードイン部分に移動し、各種データを読み込むことが可能になる。

【0094】この発明のマルチレベル光記録媒体は、CD-R/RWに適用されるような記録装置で使用（記録・再生）する場合、ウォブルによるアドレス信号を採用することが出来る。ただし、通常のCD-R/RWのタイムコードと異なる、番地コードなどの信号方式を採用する。通常の記録装置では、CD-R/RWと異なるアドレス信号を読めず、ヘッドを所定位置に移動することが出来ない（この場合、マルチレベル記録光媒体は記録装置から排出される）。

【0095】一方、マルチレベル記録に対応した記録装置は、この特殊なアドレスを認識可能に設定しておけば、ヘッドをリードイン部分に移動して信号を読み出すことが可能となる。

【0096】つまり、マルチレベル光記録媒体では、通常と異なるアドレスを採用することによって、他の光記録媒体との区別を可能にしてある。

【0097】上記ウォブルを利用する記録は、例えば図9に示されるように、光記録媒体10のリードインエリア102におけるグループ104A～104Cのウォブルを変調することにより行う。

【0098】具体的には、図10に示されるように、ウォブルの振幅Wbを変えることなく、各グループ104A、104B、104Cのウォブル周期TA、TB、TCを変える。例えば、図9に示されるユーザーエリア106におけるグループ16のウォブル周期T0を基本周期とし、これより長いウォブル周期TBは「1」、短いウォブル周期TA、TCは「0」を示す2値信号にのせて、上記各種情報を記録しておく。従って、例えば、ウォブル周期が上記のように、光記録媒体の内周側から「0」、「1」、「0」のときに、この光記録媒体10がマルチレベル記録用であることを示すようにする。

【0099】又、上記のような予め決められた情報を、記録開始位置情報として、これに基づき、ユーザーエリア106の所定位置から記録開始となるようにしておく。これは、仮想記録セル40の開始位置の情報にもなる。

【0100】又、上記各種情報の他の記録方法の例として、図11に示されるように、上記の各種情報を、各グループ16の間のランド17に形成されたランドレピット17Aに載せて、例えば、ランドレピット間の周期が短い場合は「1」、長い場合は「0」として2値記録する。

【0101】更に他の例として、図12あるいは図1に符号56で示されるように、グループ16を途切れさせて、途切れたグループの長さ、例えば短い場合は

「1」、長い場合は、「0」を示すようにする。

【0102】上記図9、11、12に示された情報記録手段による情報は、従来の2値記録型の再生装置によっても読み取ることができるようにすることによって、このマルチレベル光記録媒体を、誤って2値記録型の再生及び／又は記録装置に装填しても、これが、マルチレベル型であることが容易に判明する。

【0103】更に、上記の各種情報は、例えば、図13に示されるように、リードインエリア102に予めマルチレベル記録しておくことができる。この場合、図13において、最初の5個の仮想記録セル401～405の記録マークにより、マルチレベル記録媒体であること及びマルチレベル記録の段数、次の5個の仮想記録セル406～410の記録マークにより記録又は再生のための推奨レーザーパワーをそれぞれ記録しておくこと等が可能である。これらの方法は単独で、あるいは組み合わせて利用することも可能である。

【0104】

【発明の効果】本発明に係る光記録媒体によれば、記録に供するデータに応じてマルチレベルに記録することが出来、更にその記録マークからの読み取り信号の特性を良好にすることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施の形態の例に係る光記録媒体の要部を示す一部断面とした斜視図

【図2】同光記録媒体のグループ近傍を更に拡大して示す断面図

【図3】同光記録媒体にレーザービームを用いて情報を記録するための光記録装置を示すブロック図

【図4】同光記録装置に含まれるレーザードライバの構成を示すブロック図

【図5】同光記録装置により記録層に記録マークを形成する際の、該記録マークと仮想記録セル及びその光反射率との関係を示す模式図

【図6】同光記録装置により記録層に記録マークを形成する際の、レーザービーム照射のタイミングチャートの生成過程を示す線図。

【図7】グループの深さと記録層の厚みの比が、マルチレベル記録に与える影響を示す線図

【図8】仮想記録セルを照射するレーザービームを他の形状とする場合を示す略斜視図

【図9】本発明の光記録媒体における予め各種情報を記録したウォブルを拡大して示す模式図

【図10】同ウォブルのウォブル周期と2値信号との関係を示す線図

【図11】本発明の光記録媒体における各種情報を記録したランドプレビットと2値信号との関係を示す模式図

【図12】本発明の光記録媒体における各種情報を記録して途切れたグループの長さとの関係を示す模式図

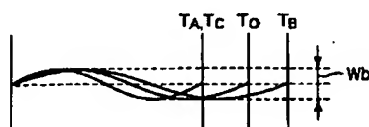
【図13】本発明の光記録媒体における各種情報を記録した仮想記録セルと記録マークを示す模式図

【図14】従来の光記録媒体のグループ近傍の構造を示す拡大断面図

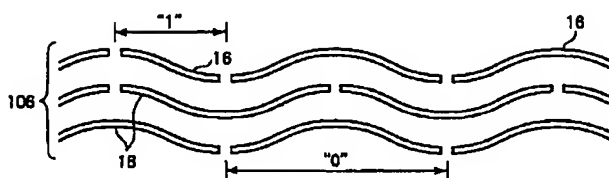
【符号の説明】

- 10…光記録媒体
- 12…記録層
- 14…基板
- 16、104A～104C…グループ
- 17…ランドプレビット
- 18…反射膜
- 20…保護層
- 30…光記録装置
- 32…スピンドル
- 36…レーザー
- 38…レーザードライバ
- 40、401～405、406～410…仮想記録セル
- 42…照射光学系
- 42A…対物レンズ
- 42B…ハーフミラー
- 42C…ビーム整形プリズム
- 44…フォーカスサーボ回路
- 46…送りサーボ回路
- 48A～48G、49、54…記録マーク
- 52…ビット
- 56…グループ中断部
- 60…セル時間設定部
- 62…照射時間設定部
- 64…配分処理部
- 102…リードインエリア
- 106…ユーザーエリア
- D…ビーム

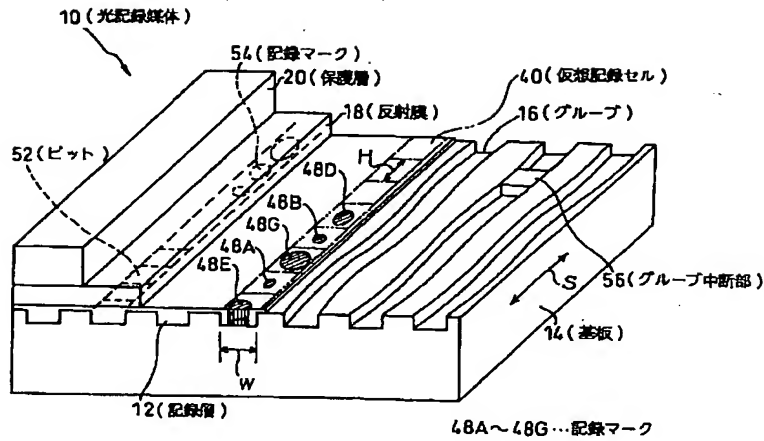
【図10】



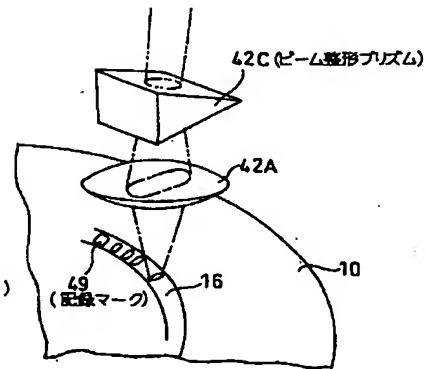
【図12】



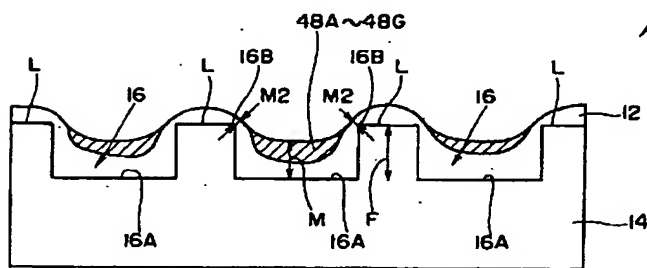
【図1】



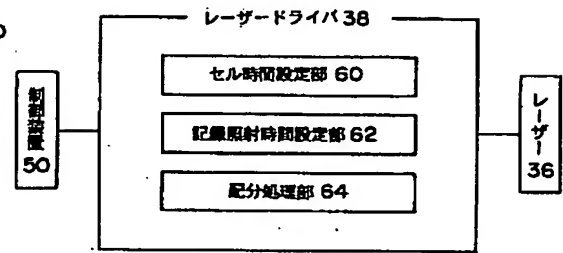
【図8】



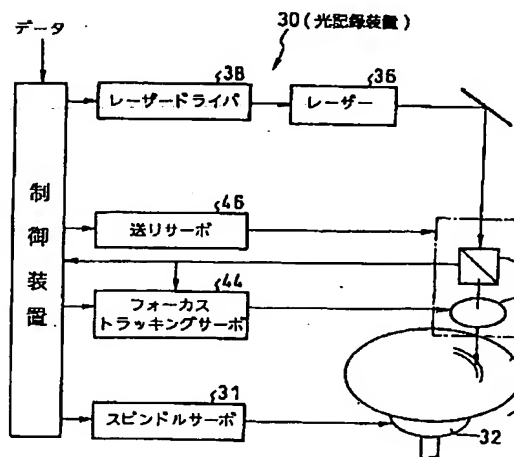
【図2】



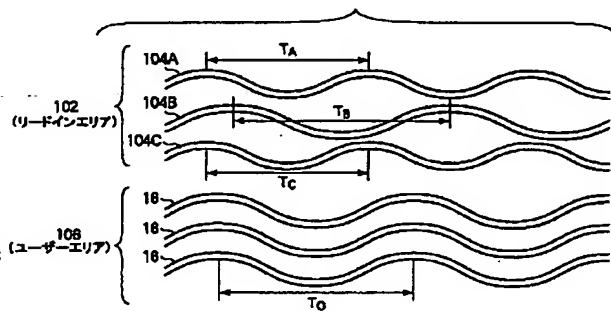
【図4】



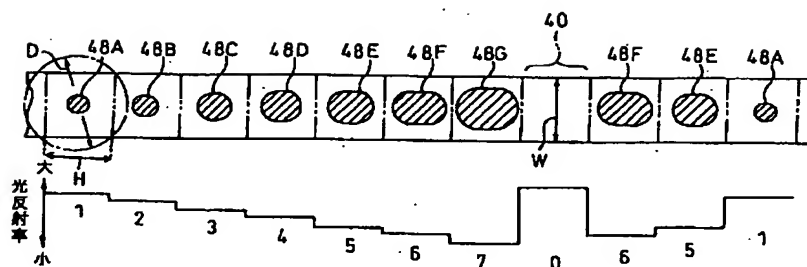
【図3】



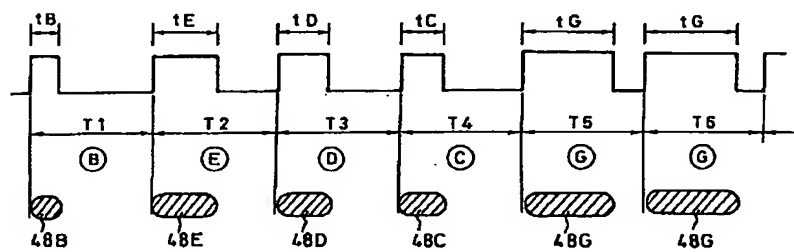
【図9】



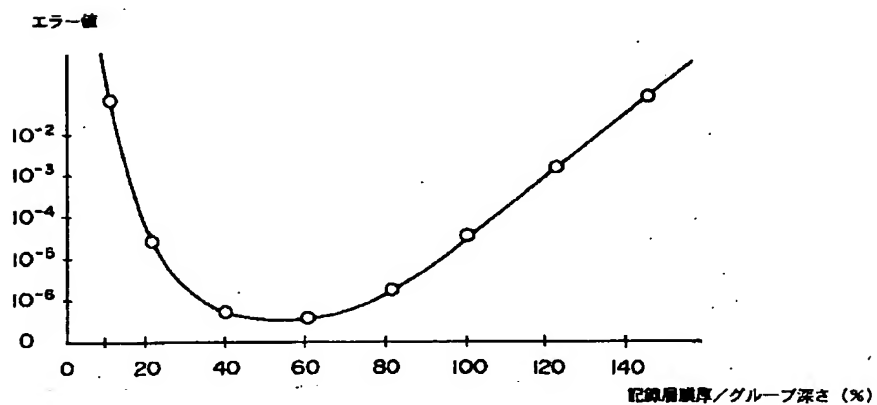
【図5】



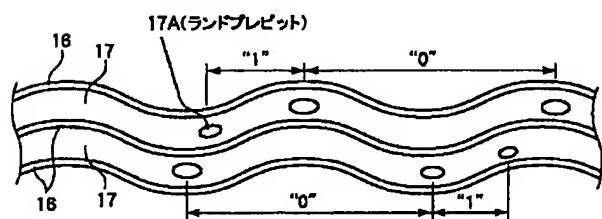
【図6】



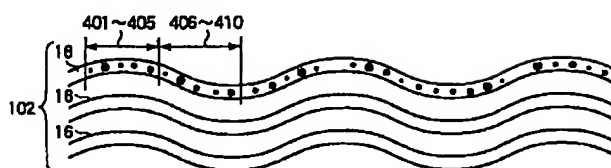
【図7】



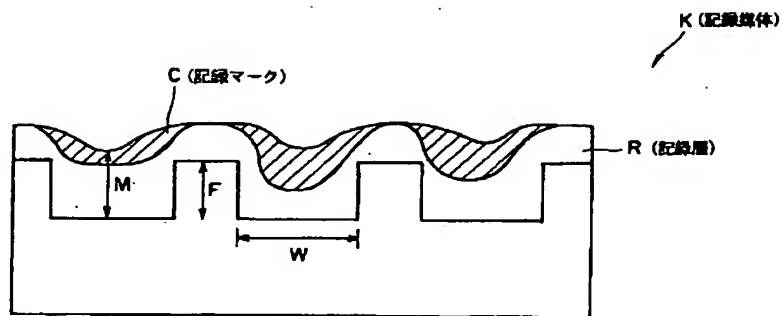
【図11】



【図13】



【図14】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 7	識別記号	F I	ターム (参考)
G 1 1 B 7/24	5 2 2	G 1 1 B 7/24	5 2 2 L
	5 6 1	B 4 1 M 5/26	5 6 1 P
			Y
(72) 発明者 塚本 修司 東京都中央区日本橋一丁目13番1号 ティーディーケイ株式会社内		F ターム (参考) 2H111 EA03 EA22 FA01 FB43	
			5D029 JA04 JB11 JB35
(72) 発明者 有岡 博之 東京都中央区日本橋一丁目13番1号 ティーディーケイ株式会社内			5D090 AA01 BB07 CC01 FF12 KK03
			KK05
			5D119 AA22 BA01 BB03 HA48